

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

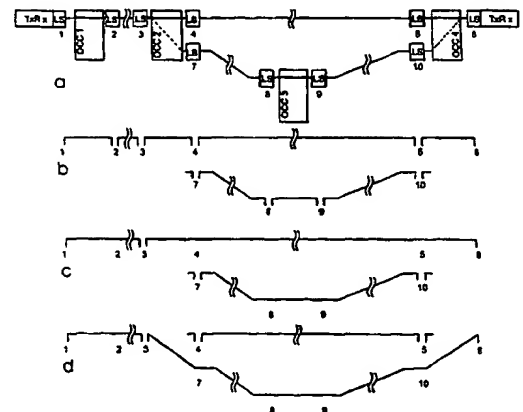
(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H04B 10/00, 10/08, 10/24		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/43106
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 26. August 1999 (26.08.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/02885		(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 30. September 1998 (30.09.98)			
(30) Prioritätsdaten: 198 07 069.1 20. Februar 1998 (20.02.98) DE		Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).			
(72) Erfinder; und			
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KOEPPEN, Jan [DE/DE]; Hainbuchenweg 2, D-31139 Hildesheim (DE). NEUMANN, Guenter [DE/DE]; Ortsfeld 2, D-31162 Salzdettfurth (DE). TILTMANN, Helmut [DE/DE]; Nordwalder Strasse 87, D-48282 Emsdetten (DE).			

(54) Title: METHOD FOR TRANSFERRING UTILITY OPTICAL SIGNALS AND OPTICAL-LINE NETWORK

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ÜBERTRAGUNG VON OPTISCHEN NUTZSIGNALEN UND OPTISCHES LEITUNGSNETZWERK

(57) Abstract

According to the present invention, the control for the transmission of utility optical signals on the different paths of an optical transmission device is characterised in that: the optical signals are injected into the paths or extracted therefrom using signal sources (Tx) and signal collectors (Rx); at least one portion of the optical paths is made in the shape of regulating paths which include coupling nodes (OCC) and through which a switching operation can be carried out onto a replacement path when one regulating path is faulty; control signals are further transmitted together with the utility optical signals, wherein said control signals are transmitted in the shape of segments and in a bi-directional manner while their estimation is used for the switching operations between the paths; at least two types of control signals (LS-HOT, LS-COLD) can be transmitted, wherein the first type (LS-HOT) represents an indicator corresponding to an intact path while the second (LS-COLD) represents an indicator corresponding to a faulty path; and an optional switching is carried out onto a replacement path only if a control signal of the first type (LS-HOT) has been emitted on the regulating path before a fault is detected. This method provides for a decentralised switching of the paths and thus eliminates useless switching operations which do not improve the transmission.



(57) Zusammenfassung

Die Steuerung der Übertragung von optischen Nutzsignalen auf verschiedenen Leitungswegen einer optischen Übertragungseinrichtung erfolgt mit folgenden Merkmalen: Mittels Signalquellen (Tx) und Signalsenken (Rx) werden die optischen Nutzsignale in die Leitungswegen eingekoppelt bzw. aus ihnen ausgekoppelt; wenigstens ein Teil der optischen Leitungswegen werden als Regel-Leitungswegen mit Koppelknoten (OCC) ausgebildet, über die eine Umschaltung auf einen Ersatz-Leitungsweg vorgenommen werden kann, wenn ein Regel-Leitungsweg gestört ist; neben den optischen Nutzsignalen werden abschnittsweise Prüfsignale bidirektional übertragen, deren Auswertung zur Umschaltung zwischen Leitungswegen benutzt wird; es sind wenigstens zwei Arten (LS-HOT, LS-COLD) von Prüfsignalen übertragbar, von denen eine erste Art (LS-HOT) als Indikator für einen intakten Leitungsweg und eine zweite Art (LS-COLD) als Indikator für einen gestörten Leitungsweg verwendet wird und eine etwaige Umschaltung auf einen Ersatz-Leitungsweg wird nur vorgenommen, wenn vor der Detektion einer Störung ein Prüfsignal der ersten Art (LS-HOT) auf dem Regel-Leitungsweg übertragen worden war. Dadurch werden eine dezentrale Umschaltung der Leitungswegen ermöglicht und fruchtlose Umschaltungen, die zu keiner Verbesserung der Übertragung führen, vermeidbar.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Verfahren zur Übertragung von optischen Nutzsignalen und optisches Leitungsnetzwerk

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Übertragung von optischen Nutzsignalen in einer optischen Übertragungseinrichtung mit optischen Leitungswegen. Die Erfindung betrifft ferner ein optisches Leitungsnetzwerk.

5

10

15

20

25

Optische Glasfaserleitungen haben sich zur verlustarmen Übertragung von Informationen mit einer hohen Informationsdichte als besonders geeignet herausgestellt. Üblicherweise in elektrischer Form vorliegende Informationssignale werden beispielsweise mit Leuchtdioden oder Laserdioden in optische Signale umgewandelt und in eine entsprechende optische Faserleitung eingekoppelt. An geeigneten Stellen des Leitungsnetzes wird das Signal beispielsweise mit einer Fotodiode detektiert und wieder in ein elektrisches Signal umgewandelt, als das es in üblicher Form weiterverarbeitet werden kann. Diese Signalübertragung eignet sich für Überwindung großer Entfernungen. In geeigneten Abständen sind in die entsprechenden Leitungen Verstärker und/oder Regeneratoren eingesetzt, die sicherstellen sollen, daß das Signal in gut empfangbarer Form an der beispielsweise durch eine Fotodiode gebildeten Signalsenke ankommt. Wie bei den elektrischen Netzen ist es erforderlich, Knoten vorzusehen, durch die Signale an einen bestimmten gewünschten Empfänger geleitet werden und durch die es ermöglicht wird, für einen Haupt-Leitungsweg einen Ersatzweg vorzusehen, falls die Übertragung auf dem Haupt-Leitungsweg ge-

stört werden sollte. Durch entsprechend vorgesehene Bytes in einem Overhead des zu übertragenden Nutzsignals können auch automatische Ersatzleitungsschaltungen vorgenommen werden. Nachteilig an diesem Verfahren ist, daß die Schaltung eines Ersatzweges nur innerhalb eines festgelegten Übertragungsstandards für die Nutzsignale möglich ist und daß in dem bekannten System eine optoelektronische Wandlung des Signals an den Enden der mit einem Ersatzweg geschützten Strecke erforderlich ist. Diese Enden fallen nicht notwendigerweise mit den Quellen/Senken der Nutzsignale zusammen.

Durch die EP 0 440 276 B1 ist es bekannt, außerhalb des Nutzsignalbands dem Nutzsignal ein Kommunikationssignal mittels optischen Kopplern hinzuzufügen. Damit können Steuer- und Befehlssignale zwischen Knoten der Übertragungseinrichtung übertragen werden. Während die Übertragung der Nutzsignale in dem sogenannten "dritten Fenster" erfolgt, ist für die Übertragung der Kommunikationssignale das "zweite Fenster" vorgesehen worden. Die "Fenster" ergeben sich aus den Dämpfungseigenschaften des Glasfasermaterials für bestimmte Wellenlängenbereiche. In dem "dritten Fenster" ist die Dämpfung minimal, während das "zweite Fenster" durch ein anderes Dämpfungsminimum gebildet ist, in dem jedoch die niedrigen Dämpfungswerte des "dritten Fensters" nicht erreicht werden. Für Servicekommunikationen an dem Leitungsnetz steht somit ein eigenes Übertragungsband zur Verfügung.

Ein nicht vorveröffentlichtes Konzept der Anmelderin sieht vor, auf den aneinander anschließenden Leitungswegen eines optischen Pfades zwischen Signalquelle und -senke und ggf. auf einzelnen Leitungsabschnitten der Leitungswege bidirektionale Prüfsignale zu übermitteln, deren Empfang oder Nichtempfang als Indikator für eine Leitungsstörung auf einem Leitungsabschnitt gewertet wird. Durch eine Unterbindung der Aussendung des Prüfsignals in der Gegenrichtung kann stromaufwärts in Übertragungsrichtung ein Alarm gegeben oder eine Umschaltung eines Knotens auf einen Ersatzweg ausgelöst werden. Die auf

diese Weise mögliche dezentrale Umschaltung auf Ersatz-Leitungswege läßt sich um Größenordnungen schneller durchführen als über eine zentrale Steuerung. Dieser Vorteil ist allerdings mit dem Problem verknüpft, daß bereits geringfügige, vorhersehbare Störungen Umschaltvorgänge auslösen und dadurch Ersatz-Leitungswege beaufschlagen, die gar nicht benötigt werden oder gar nicht hilfreich sein können, so daß die Ersatz-Leitungswege besser für eine Kommunikation mit niedrigerer Priorität oder als Schutzmaßnahme für einen anderen Regel-Leitungsweg verwendet werden sollten. Insbesondere wird auch nicht verhindert, daß Umschaltvorgänge auf einem optischen Pfad stattfinden, der aufgrund einer detektierten Störung sowieso nicht mehr brauchbar ist, so daß unnötige Umschaltvorgänge und damit eine unnötige Belegung von Ersatz-Leitungswegen stattfindet.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Problemstellung zugrunde, eine schnelle Umschaltung auf Ersatz-Leitungswege zu ermöglichen, zugleich jedoch fruchtlose Umschaltvorgänge zu vermeiden.

Zur Lösung dieses Problems ist erfindungsgemäß ein Verfahren zur optischen Übertragung der eingangs erwähnten Art durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- Mittels Signalquellen und Signalsenken werden die optischen Nutzsignale in die Leitungswege eingekoppelt bzw. aus ihnen ausgekoppelt;
- wenigstens ein Teil der optischen Leitungswege werden als Regel-Leitungswege mit Koppelknoten ausgebildet, über die eine Umschaltung auf einen Ersatz-Leitungsweg vorgenommen werden kann, wenn ein Regel-Leitungsweg gestört ist;
- neben den optischen Nutzsignalen werden abschnittsweise Prüfsignale bidirektional übertragen, deren Auswertung zur Umschaltung zwischen Leitungswegen benutzt wird;

- es sind wenigstens zwei Arten von Prüfsignalen übertragbar, von denen eine erste Art als Indikator für einen intakten Leitungsweg und eine zweite Art als Indikator für einen gestörten Leitungsweg verwendet wird und
- eine etwaige Umschaltung auf einen Ersatz-Leitungsweg wird nur vorgenommen, wenn vor der Detektion einer Störung ein Prüfsignal der ersten Art auf dem Regel-Leitungsweg übertragen worden war.

Das erfindungsgemäße Verfahren besteht somit darin, daß Prüfsignale wenigstens zweier Arten erzeugt werden und daß die Umschaltung nicht nur von dem Fehlen eines Prüfsignals - als Indikator einer Störung - abhängt sondern auch von der Art des vorher empfangenen Prüfsignals. Dadurch ermöglicht die Erfindung, gezielt Umschaltvorgänge zu vermeiden, indem über einen Leitungsweg Prüfsignale der zweiten Art übertragen werden, weil diese Prüfsignale der zweiten Art Schutzmaßnahmen, wie Umschaltungen, auf dem Leitungsweg verhindern. Durch die Übertragung eines Prüfsignals der zweiten Art können beispielsweise Umschaltvorgänge in einem optischen Pfad vermieden werden, der aufgrund einer bereits detektierten Störung aktuell nicht mehr benutzbar ist. Ferner ermöglicht die Erfindung von einer übergeordneten Steuerung die Einspeisung des Prüfsignals der zweiten Art vorzunehmen und so für vorhersehbare Störungserscheinungen, beispielsweise bei der Zuschaltung eines weiteren Nutzsignalkanals im Netz, die erfahrungsgemäß kurzfristige Störsignale in den vorhandenen Nutzsignalkanälen verursacht, zu vermeiden.

Die Erfindung ermöglicht somit die schnelle dezentrale Umschaltung von Koppelknoten bei gleichzeitiger Kontrolle der Sinnhaftigkeit einer solchen Umschaltung und gleichzeitiger Vermeidung von fruchtlosen Umschaltungen.

Für die Durchführung der Erfindung werden zweckmäßigerweise an den Enden jedes Leitungsabschnitts Prüfsignalknoten vorgese-

hen, durch den jeweils Prüfsignale empfangen und neue Prüfsignale gebildet und ausgesandt werden oder Prüfsignale lediglich weitergeleitet werden.

5 Dabei wird der Tatsache Rechnung getragen, daß die Prüfsignalknoten je nach der aktuellen Konfiguration eines optischen Pfades manchmal einen Leitungsabschnitt, der gleichzeitig ein Prüfsignalabschnitt ist, begrenzen und manchmal innerhalb
10 eines Prüfsignalabschnitts keine die Prüfsignale beeinflussende Funktion ausüben sollen. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden die Prüfsignalknoten im wesentlichen gleich aufgebaut und durch Software als Durchgangsknoten, Einsetzknoten oder Endknoten konfiguriert. In einem Einsetzknoten werden Prüfsignale in beiden Übertragungsrichtungen empfangen,
15 ausgewertet, neu generiert und ausgesandt. Ein Endknoten befindet sich an einer Signalsenke oder Signalquelle und ist daher nur vom Endknoten aus gesehen in einer Richtung für Empfang und Aussenden wirksam. Ein Durchgangsknoten verändert die empfangenen Prüfsignale nicht, kann aber feststellen, wenn
20 ein Prüfsignal nicht empfangen wird, da er in diesem Fall vorzugsweise ein besonderes Prüfsignal, vorzugsweise einer dritten Art, produziert und aussendet.

Zur Vermeidung von Umschaltvorgängen auf einem wegen einer
25 detektierten Störung nicht mehr benutzbaren optischen Pfad ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, daß aus mehreren aneinander anschließenden Leitungswegen ein optischer Pfad zwischen zwei Signalquellen bzw. -senken gebildet wird und bei einer erkannten Störung auf einem Lei-
30 tungsweg auf allen anderen Leitungswegen des optischen Pfades ein Prüfsignal der zweiten Art übermittelt wird.

Wenn die Prüfsignalknoten ein Prüfsignal einer dritten Art erkennen, oder wenn an dem Prüfsignalknoten überhaupt kein
35 Prüfsignal empfangen wird, wird eine Umschaltung auf einen Ersatz-Leitungsweg nur dann vorgenommen, wenn ein Übergang von

dem Prüfsignal der ersten Art zum Prüfsignal der dritten Art detektiert wird.

Die Prüfsignalknoten sind zweckmäßigerweise signalmäßig mit einer übergeordneten Steuerung verbunden, die auch die Konfiguration der Prüfsignalknoten im Einzelfall steuert. Die übergeordnete Steuerung kann dezentral durch Steuerungen der dem Prüfsignalknoten nächstgelegenen Koppelknoten gebildet werden.

Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet der Erfindung liegt in Kommunikationsnetzen, in denen die Übertragung der optischen Nutzsignale ebenfalls bidirektional erfolgt, wobei die Übertragung der optischen Nutzsignale in den beiden Übertragungsrichtungen über separate optische Leitungsfasern erfolgen kann.

Die erfindungsgemäßen Prüfsignale werden vorzugsweise zusammen mit den in der betreffenden Richtung übertragenen Nutzsignalen übertragen.

Im allgemeinen werden auf optischen Leitungsfasern mehrere Nutzsignale im Multiplex-Verfahren, vorzugsweise im Wellenlängen-Multiplex, übermittelt. Dabei wird vorzugsweise jedem übertragenen Nutzsignal ein eigenes Prüfsignal zugeordnet und in einem separaten Prüfsignalkanal übertragen. Die Prüfsignale werden zweckmäßigerweise elektrisch im Zeitmultiplex-Verfahren kombiniert und dann den Nutzsignalen optisch im Wellenlängenmultiplex hinzugefügt.

Zur Lösung der oben erwähnten Problemstellung dient erfindungsgemäß ferner ein optisches Leitungsnetzwerk mit folgenden Merkmalen:

- zwischen optischen Signalquellen/-senken sind optische Pfade angeordnet,

- die optischen Pfade bestehen aus aneinander anschließenden Leitungswegen,
- die Leitungswege sind über Koppelknoten miteinander verbunden
- einige der Leitungswege sind als Regel-Leitungswege durch Umschaltung von Koppelknoten auf Ersatz-Leitungswege überbrückbar,
- alle Leitungswege und ggf. als Teil der Leitungswege bestehende Leitungsabschnitte sind jeweils durch Prüfungsknoten begrenzt,
- die Prüfungsknoten weisen in beiden Leitungsrichtungen Prüfungsempfänger und Prüfungssender auf,
- die Prüfungsknoten sind mit einem Prüfungsgenerator und einer Steuerung des Prüfungsgenerators zur Erzeugung wenigstens zweier verschiedener Arten von Prüfungssignalen in Abhängigkeit von dem durch die Prüfungsempfänger empfangenen Prüfungssignale versehen und
- eine Steuerung für die Koppelknoten ist zur Umschaltung auf einen Ersatz-Leitungsweg nur dann eingerichtet, wenn eine Störung eines Regel-Leitungswegs im Anschluß an eine bestimmte Art des Prüfungssignals detektierbar ist.

Vorzugsweise ist dabei die Steuerung Teil des zugehörigen Koppelknotens.

Die Prüfungsknoten sind vorzugsweise zum Aussenden dreier Arten von Prüfungssignalen ausgebildet und können an den Prüfungsempfängern vier verschiedene Zustände detektieren, nämlich den Empfang der drei Prüfungssignale und einen Nichtempfang eines Prüfungssignals, indem mit einem Prüfungssignaldetektor z.B. ein Unterschreiten eines Pegels des Prüfungssignals oder eine nicht

ausreichende Flankensteilheit oder eine völlig falsche Checksumme als eine Störung detektiert und ein entsprechendes Störungskennsignal generiert wird. Mit dem Störungskennsignal kann eine Alarmgabeeinrichtung ausgelöst werden.

5

Die Erfindung soll im folgenden anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Es zeigen:

- 10 Figur 1 - eine schematische Darstellung eines optischen Pfades bestehend aus aneinander gereihten Regel-Leitungswegen mit einem Ersatz-Leitungsweg
- 15 Figur 2 - eine Darstellung gemäß Figur 1 für ein anderes Ausführungsbeispiel eines optischen Pfades mit Regel- und Ersatz-Leitungswegen
- 20 Figur 3 - eine schematische Darstellung des Prinzipaufbaus eines Prüfsignalknotens
- 25 Figur 4 - ein Flußdiagramm für die Bildung von Prüfsignalen für die Prüfsignalsender eines Prüfsignalknotens in Abhängigkeit von den von den Prüfsignalempfängern empfangenen Prüfsignalen.

25

Figur 1a zeigt ein Ausführungsbeispiel für einen optischen Pfad OP zwischen zwei Sendern/Empfängern TxRx, die jeweils mit Schaltungspunkte 1 und 6 bildenden Prüfsignalknoten LS1, LS6

30 verbunden sind. Ein erster Koppelknoten OCC1 ist an den Sender/Empfänger TxRx am Schaltungspunkt 1 angeschlossen. Bezüglich des dargestellten optischen Pfades weist der erste Knoten OCC1 an seinem vom Schaltungspunkt 1 abgewandten Ausgang einen Prüfsignalknoten LS2 am Schaltungspunkt 2 auf. Es schließt

35 sich ein Leitungsweg 2-3 an, der am Schaltungspunkt 3 in einen Prüfsignalknoten LS3 endet. Daran schließt sich ein zweiter Koppelknoten OCC2 an, der eine Verzweigung ermöglicht und zwei

Anschlüsse an Leitungspunkten 4 und 7 aufweist, an denen sich Prüfsignalknoten LS4 und LS7 befinden. Der Leitungspunkt 4 bildet mit einem entfernten Leitungspunkt 5 einen Regel-Leitungsweg 4-5, der an einem Prüfsignalknoten LS5 mit einem nachfolgenden vierten Koppelknoten OCC4 endet. Dieser Koppelknoten weist einen weiteren Anschluß an einem Leitungspunkt 10 mit einem Prüfsignalknoten LS10 auf, an der ein Ersatz-Leitungsweg 7-10 endet. In den Ersatz-Leitungsweg ist dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein dritter Koppelknoten OCC3 eingeschaltet, der beidseitig an Leitungspunkten 8 und 9 mit Prüfsignalknoten LS8, LS9 versehen ist.

Das andere Ende des vierten Koppelknotens OCC4 ist mit dem den optischen Pfad abschließenden Sender/Empfänger TxRx mit dem Prüfsignalknoten LS6 verbunden.

Figur 1b verdeutlicht die sich daraus ergebenden optischen Leitungsabschnitte 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 7-8, 8-9, 9-10, wobei die Leitungsabschnitte zwischen den Leitungspunkten 7 und 10 einen Ersatz-Leitungsweg für den Regel-Leitungsweg 4-5 bilden.

Figur 1c verdeutlicht, daß für die Überwachung dieser Leitungskonfiguration für den Fall eines funktionierenden Regelwegs 4-5 nur drei Prüfabschnitte 1-3, 3-6, 7-10 benötigt werden, so daß die Prüfsignalknoten LS2, LS4, LS5, LS8 und LS9 als Durchgangsknoten konfiguriert werden können, die ein Prüfungssignal nicht bearbeiten, sondern lediglich durchleiten müssen.

Die Prüfungssignalabschnitte werden mit folgenden Regeln gebildet:

- an allen Quellen und Senken S/D von Nutzsignalen beginnt und endet immer ein Prüfungssignalabschnitt
- am Beginn und Ende einer passiven Übertragungsstrecke beginnt/endet immer ein Prüfungssignalabschnitt

- am Beginn/Ende eines mit einem Ersatz-Leitungsweg geschützten Regel-Leitungswegs beginnt/endet immer ein Prüfsignalabschnitt. Der optische Abschnitt im Knoten am Beginn/Ende eines Prüfsignalabschnitts bildet eine Einheit mit dem Prüfsignalabschnitt der entsprechenden aktiven Übertragungsstrecke.

Alle jeweils nicht am Ende eines Prüfsignalabschnitts benötigten Prüfsignalknoten werden als Durchgangsknoten konfiguriert, d.h. das Prüfsignal wird lediglich durchgeleitet.

Wird nun auf dem Prüfabschnitt 1-3 das Fehlen eines Prüfsignals LS festgestellt, steht kein Ersatzweg zur Verfügung, so daß ein Alarm an eine zentrale Netzwerksteuerung (Telecommunication Management Network) gegeben wird. Auf den Leitungsausfall muß der Bediener der Netzwerksteuerung reagieren.

Fällt hingegen das Prüfsignal auf dem Regel-Leitungsweg 3-6 aus, werden die Koppelknoten OCC2 und OCC4 zur Umschaltung veranlaßt und die Prüfsignalknoten neu konfiguriert, so daß nunmehr die Prüfsignalknoten LS4 und LS5 zur Überprüfung der Reparatur des Prüfabschnitts 4-5 als Einsatzknoten konfiguriert werden, während die bisher als Einsatzknoten wirksamen Prüfsignalknoten LS7 und LS10 als Durchgangsknoten konfiguriert werden können. Der Prüfabschnitt 3-6 bildet jetzt den aktiven Ersatz-Leitungsweg, während der Regel-Leitungsweg 4-5 nicht mehr benutzt wird.

Figur 2a zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel für einen optischen Pfad OP zwischen zwei Sendern/Empfängern TxRx mit Prüfsignalknoten LS1', LS6' an Leitungspunkten 1', 6'. Ein erster Koppelknoten OCC1' bildet eine Verzweigung zu zwei Leitungspunkten 2', 7' mit zugehörigen Prüfsignalknoten LS2', LS7'. Ein zweiter Koppelknoten OCC2' ist als Kreuzweiche zwischen Regel-Leitungswegen 1'-4', 3'-6' und Ersatz-Leitungswegen 7'-8', 9'-10' angeordnet und weist vier Anschlüsse an

den Schaltungspunkten 3', 4', 8', 9' mit Prüfsignalknoten LS3', LS4', LS8', LS9' auf.

Ein dritter Koppelknoten OCC3' führt die beiden Leitungswege, die an Leitungspunkten 5', 10' mit Prüfsignalknoten LS5', LS10' ankommen, zum Leitungspunkt 6' zusammen.

Figur 2b zeigt schematisch die sich daraus ergebenden optischen Leitungsabschnitte 1'-2', 2'-3', 3'-4', 4'-5', 5'-6', 7'-8', 9'-10'.

Figur 2c zeigt Prüfabschnitte der Anordnung gemäß Figur 2a für den ungestörten Fall.

Aus den obigen Regeln ergibt sich, daß ein Leitungsabschnitt zu mehreren Prüfabschnitten gehören kann, wie sich dies auch in der Figur 2c für den Leitungsabschnitt 3'-4' ergibt. Die Prüfabschnitte in Figur 2c sind die Leitungsabschnitte 1'-4', 3'-6', 7'-8' und 9'-10'. Die aktive Übertragung findet auf den Leitungsabschnitten 1'-2'-3'-4'-5'-6' statt. Die Leitungsabschnitte 7'-8' und 9'-10 stellen zunächst passive Ersatz-Leitungswege dar.

Wird durch Ausfall des Prüfsignals eine Störung auf dem Regel-Leitungsweg 1'-4' festgestellt, wird eine Umschaltung veranlaßt, die in Figur 3d dargestellt ist. Die Strecke 2'-3' wird passiv geschaltet und die aktive Übertragung findet nunmehr auf dem Ersatz-Leitungsweg 7'-8' vom Schaltungspunkt 1' zum Leitungspunkt 4' statt. Der andere Ersatz-Leitungsweg 9'-10' wird in diesem Fall nicht als Ersatz-Leitungsweg benötigt, also nicht aktiv gemacht. Die Prüfabschnitte laufen nun von 1' zu 4' über die Leitungspunkte 7' und 8' einerseits und von 8' über 4', 5' zum Leitungspunkt 6' andererseits. Ferner werden die passiven Wege 2'-3' und 9'-10' auf Erhalt bzw. Wiedererreichung der Funktionalität überprüft.

Aus Figur 2d wird deutlich, daß mit der vorliegenden Erfindung nur ein wirklich benötigter Ersatz-Leitungsweg aktiv geschaltet wird und daß diese Aktivschaltung durch die dargestellte Bildung von Prüfabschnitten und Überprüfung des Prüfsignals an den Enden der Prüfabschnitte erreicht wird. Der Vergleich der Figuren 2c und d verdeutlicht ferner, daß wiederum im Normalfall als Einsatzknoten fungierende Prüfsignalknoten (LS7', LS8') als Durchgangsknoten geschaltet werden und daß ursprünglich als Durchgangsknoten geschaltete Prüfsignalknoten LS2' als Einsatzknoten geschaltet werden, wenn eine Neukonfiguration, z.B. gemäß Figur 2d gegenüber Figur 2c, erforderlich wird. Für die auf überlappenden Prüfabschnitten liegenden Prüfsignalknoten LS3', LS4' kann in einer Richtung eine Konfiguration als Durchgangsknoten und in der anderen Richtung als Einsetzknoten erfolgen.

Durch die vorliegende Erfindung wird sichergestellt, daß eine Umschaltung auf einen Ersatz-Leitungsweg nur dann stattfindet, wenn eine solche Umschaltung auch sinnvoll sein kann. Wenn beispielsweise in der Konfiguration gemäß Figur 1a eine Störung auf dem Leitungsweg 2-3 festgestellt wird, wird der gesamte optische Pfad 1-6 unbrauchbar. Sollte anschließend noch eine Störung auf dem Leitungsweg 4-5 festgestellt werden, wäre eine Umschaltung auf den Ersatz-Leitungsweg 7-10 völlig sinnlos, da diese Umschaltung auch nicht zu einem benutzbaren optischen Pfad 1-6 führt. In vielen Konfigurationen wird der Ersatz-Leitungsweg 7-10 ganz oder teilweise für andere Zwecke benutzt, beispielsweise um eine Kommunikation mit einer geringeren Priorität durchzuführen oder die Sicherung eines anderen Regel-Leitungsweges mit zu übernehmen (Shared Protection). Diese Zweitfunktion des Ersatz-Leitungsweges 7-10 müßte unterbrochen werden, wenn die Umschaltung vom Regel-Leitungsweg 4-5 auf den Ersatz-Leitungsweg 7-10 vorgenommen wird, obwohl hierdurch für die Übertragung auf dem optischen Pfad 1-6 nichts gewonnen wird. Zur Vermeidung derartiger unnötiger Umschaltungen werden von den Prüfsignalknoten LSX Prüfsignale wenigstens zweier Arten, gemäß einer bevorzugten und im folgenden näher

dargestellten Ausführungsform drei Arten von Prüfsignalen ausgesandt, nämlich

- LS-HOT z.B. als Bitmuster 1010
- 5 - LS-COLD z.B. als Bitmuster 0101
- LOLS alle anderen Bitmuster.

Die Prüfsignalknoten LSX sind ferner mit Prüfsignalempfängern ausgestattet, die einen Prüfsignal-Pegeldetektor beinhalten, so daß auch das Ausbleiben eines Prüfsignals - welcher Art auch immer - als ein eigener Zustand erkannt wird. Die Prüfsignalknoten LSX können daher empfangsseitig vier Zustände unterscheiden, nämlich "Prüfsignal nicht vorhanden" sowie "Prüfsignal empfangen", und zwar entsprechend der drei möglichen Arten des empfangenen Prüfsignals.

Die Ausnutzung der Prüfsignale für die Steuerung von Umschaltungen oder sonstiger Schutzmaßnahmen erfolgt erfindungsgemäß mit den nachstehend erläuterten Regeln.

Im fehlerfreien Zustand wird auf dem gesamten optischen Pfad das Prüfsignal LS-HOT übertragen. Wird innerhalb eines Leitungsabschnitts, beispielsweise Leitungsabschnitt 2-3 in Figur 1a, ein Fehler dadurch erkannt, daß beispielsweise der Prüfsignalknoten LS2 kein Prüfsignal mehr empfängt, beispielsweise bedingt durch eine Faserunterbrechung für die Übertragungsrichtung vom Prüfsignalknoten LS3 zum Prüfsignalknoten LS2, sendet der Prüfsignalknoten, der gemäß Figur 1c an sich als Durchgangsknoten konfiguriert ist, in beide Richtungen ein LOLS-Prüfsignal aus.

Wäre der Prüfsignalverlust auf dem Leitungsabschnitt 2-3 in der anderen Übertragungsrichtung aufgetreten, also vom Prüfsignalknoten LS3 erkannt worden, der als Einsetzknoten konfiguriert ist, würde dieser das LOLS-Prüfsignal nur in Rückrichtung, also in Richtung der Prüfsignalknoten LS2 und LS1 aussenden.

An den Enden des Leitungswegs 1-3, also an den Prüfsignalknoten LS1 und LS3 wird ein direkter Übergang vom Prüfsignal LS-HOT auf das Prüfsignal LOLS erkannt, so daß an diesen Stellen eine Umschaltung auf einen Ersatz-Leitungsweg vorgenommen werden könnte, wenn ein solcher Ersatz-Leitungsweg vorhanden wäre (wie dies im Falle des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 2a für den Regel-Leitungsweg 2'-3' durch den Ersatz-Leitungsweg 7'-8' gegeben ist).

Aufgrund der aufgetretenen Störung in dem Leitungsweg 2-3 in dem in Figur 1a dargestellten Beispiel werden auf allen übrigen Leitungswegen 1-2, 4-5, 5-6 des optischen Pfades (die möglichen Ersatz-Leitungswege 7-8, 9-10 sind in dieser Situation nicht angeschlossen und gehören somit nicht zum aktuellen optischen Pfad 1-6) Prüfsignale der zweiten Art LS-COLD übertragen. Würde nun beispielsweise durch den Prüfsignalknoten 5 aufgrund einer Störung der Verlust des Prüfsignals detektiert werden, käme es nicht zu einer Umschaltung auf den Ersatz-Leitungsweg 7-10, da die Umschaltung nur dann bewirkt wird, wenn ein Übergang von dem Prüfsignal LS-HOT auf das Prüfsignal LOLS stattfindet, was aber wegen der Aussendung des Prüfsignals LS-COLD nicht zutreffen kann.

Die Aussendung des Prüfsignals LS-COLD, das somit eine Umschaltung auf Ersatz-Leitungswege oder andere Schutzmaßnahmen verhindert, kann auch von außen, beispielsweise von einem Kopplknotenrechner, gesteuert werden, um im Falle einer vorhersehbaren kurzfristigen Störung nicht sinnvolle Umschaltreaktionen zu vermeiden. Dies ist beispielsweise sinnvoll, wenn in einer bestehenden Netzkonfiguration ein neuer Übertragungsweg für Nutzsignale (beispielsweise ein neuer Wellenlängenkanal) aufgebaut oder ein bestehender Übertragungsweg abgebaut wird, da es hierbei zu einer kurzfristigen Störung von bestehenden Übertragungswegen kommen kann. Durch das Einspeisen der LS-COLD-Prüfsignale in den optischen Pfad werden eventuell vorhandene Ersatzwegeschaltungen "eingefroren", bis der neue Betriebszustand sicher hergestellt ist. Dadurch können auch

"Kettenreaktionen" durch nacheinander erfolgende Umschaltungen vermieden werden. Ferner kann auch im Wartungsfall eine bestehende Netzkonfiguration "eingefroren" werden, ohne daß beispielsweise von einem Zentralrechner konfigurierte Schutzmechanismen abgebaut werden müßten.

Figur 3 zeigt schematisch den Aufbau eines Prüfsignalknotens für ein bidirektionales Leitungsnetz, in dem für beide Übertragungsrichtungen getrennte Leitungsfasern vorgesehen sind. Der Prüfsignalknoten LSX weist zwei Anschlußseiten (E, O) für angeschlossene Leitungsabschnitte auf. Ein Prüfsignal von der Seite E wird von einem Prüfsignalempfänger EW empfangen. Zur Seite E kann ein Prüfsignal von einem Prüfsignalsender SW ausgesandt werden. Entsprechend sind für die Anschlußseite O ein Prüfsignalempfänger EO und ein Prüfsignalsender SO vorgesehen.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel weist der Prüfsignalknoten LSX ferner vier Eingänge von übergeordneten Steuerungen auf. Über einen Eingang SendW kann von außen ein vom Prüfsignalsender SW auszusendendes Prüfsignal eingegeben werden. Entsprechendes gilt für einen Eingang SendO, der von außen ein über den Prüfsignalsender SO auszusendendes Prüfsignal festlegt.

An einem weiteren Eingang LSTP, LSCP wird ein Konfigurationssignal für den Prüfsignalknoten LSX eingegeben, durch das festgelegt wird, ob der Prüfsignalknoten LSX als Durchgangsknoten (LSCP) oder als Einsetzknoten (LSTP) konfiguriert wird.

Ist der Prüfsignalknoten LSX ein Endknoten eines optischen Pfades (z.B. LS1 und LS6 in Figur 1a), wird er nur für eine Seite E oder O als Endknoten (LSIP) benötigt. Diese Konfiguration wird über einen Eingang LSIP gesteuert. Die vom Prüfsignalknoten LSX empfangenen Prüfsignale werden als Prüfungsinformation über Ausgänge EmpfW, EmpfO an eine übergeordnete Steuerung, beispielsweise einen Koppelknotenrechner,

ausgegeben, so daß der Koppelknotenrechner Auswertungen zum Zwecke der Umschaltung auf Schutzmaßnahmen vornehmen kann, wobei auf EmpfO der schlechtere Zustand von SO und EO und auf EmpfW der schlechtere Zustand von SW und EW übermittelt werden.

Befindet sich der Prüfsignalknoten LSX in der Konfiguration als Durchgangsknoten (LSCP) werden die empfangenen Prüfsignale unverändert wieder ausgesandt (EW = SO; EO = SW). Lediglich wenn ein Prüfsignal nicht empfangen wird, beispielsweise am Prüfsignalempfänger EW, wird in beide Richtungen von den Prüfsignalsendern SO, SW das Signal LOLS ausgesandt.

Ist der Prüfsignalknoten LSX als Einsetzknoten (LSTP) konfiguriert, sendet er beim Ausfall des Empfangs eines Prüfsignals, beispielsweise am Prüfsignalempfänger EW nur in der entsprechenden Rückrichtung (SW) das Signal LOLS, in die andere Richtung hingegen regelmäßig das Signal (LS-COLD), es sei denn, durch ein Prüfsignal aus der anderen Richtung ist die Aussendung eines schlechteren Prüfsignals (LOLS) indiziert. Der das vom Prüfsignalsender SW ausgesandte Signal LOLS erhaltende, als Einsetzknoten (LSCP) konfigurierte Prüfsignalknoten LSX am Ende des in der anderen Übertragungsrichtung gestörten Leitungsweges sendet in W-Richtung beim Empfang von LOLS regelmäßig das Signal LS-COLD, so daß alle nicht von der Störung betroffenen Leitungswege das Signal LS-COLD in der Übertragungsrichtung W übertragen. Die Prüfsignalknoten LSX, die als Einsetzknoten (LSTP) ein Signal LS-COLD empfangen, senden in Gegenrichtung das Signal LS-HOT, wenn nicht der zugehörige Prüfsignalempfänger EW gleichzeitig einen Verlust eines Prüfsignals meldet, so daß der zugehörige Prüfsignalsender SO ein LS-COLD-Prüfsignal aussendet.

Aufgrund der Regel, daß in Rückrichtung der Prüfsignalsender SO bzw. SW grundsätzlich ein Prüfsignal höherer Ordnung (Ausfallprüfsignal → LOLS; LOLS → LS-COLD; LS-COLD → LS-HOT, sofern ein Endknoten (LSIP) vorliegt oder auf der Sendeseite LS-

HOT empfangen worden ist) erlaubt ein schnelles und automatisches Wiedereinschalten der Regel-Leitungswege nach der Durchführung einer Leitungsreparatur.

5 Figur 4 zeigt Ablaufdiagramme für die Erzeugung der über die Prüfsignalsender SO, SW auszusendenden Prüfsignale in Abhängigkeit von durch die Prüfsignalsender EW, EO empfangenen Prüfsignale.

10 Für einen Durchgangsknoten (LSCP) ist lediglich zu prüfen, ob einer der Prüfsignalempfänger EW oder EO einen Prüfsignalausfall ("off") meldet oder nicht. Ist ein Prüfsignalausfall festgestellt, wird in beiden Richtungen das Signal LOLS gesendet. Haben beide Prüfsignalempfänger EW, EO ein Prüfsignal
15 empfangen, wird das empfangenen Prüfsignal unverändert wieder ausgesandt (SW = EO; SO = EW).

Ist hingegen der Prüfsignalknoten LSX ein Einsetzknoten (LSTP; ein Endknoten (LSIP) ist ein Unterfall eines Einsetzknotens
20 (LSTP)), wird bei einem festgestellten Prüfsignalausfall (beispielsweise EW = off) in die Gegenrichtung das Signal LOLS (SW = LOLS) gesendet. Das gleiche gilt, wenn der Prüfsignalausfall durch den anderen Prüfsignalempfänger EO festgestellt ist. In diesem Fall wird das Prüfsignal LOLS von dem Prüfsignalsender
25 SO ausgesandt.

Wird ein Prüfsignal durch den Prüfsignalempfänger EW, EO empfangen und ist dieses Prüfsignal LOLS, wird in die Gegenrichtung gemäß der obigen Regel das Prüfsignal LS-COLD (SW = cold
30 oder SO = cold) ausgesandt.

Ist das empfangene Prüfsignal nicht LOLS, kann es nur LS-COLD oder LS-HOT sein. Ist das Eingangssignal der anderen Seite LS-HOT oder der Prüfsignalknoten ein Endknoten (LSIP), wird in
35 Gegenrichtung das Prüfsignal LS-HOT gesendet, andernfalls LS-COLD.

Die oben als Beispiel angegebenen Bitmuster für die Prüfsignale LS-HOT und LS-COLD haben den Vorteil, daß eine Verwechslung der beiden Prüfsignale nur schwer möglich ist.

5 Die Steuerung der Schutzmaßnahmen wird vorzugsweise so eingestellt, daß im Zustand LS-HOT nur wenige andere Bitmuster (LOLS) ausreichen, um einen Alarm an den Steuerrechner abzusetzen. Im Zustand LS-COLD wird ein Alarm erst nach einer viel größeren Anzahl falsch empfangener Prüfsignal-Bitmuster gemeldet.
10 Dadurch kann vermieden werden, daß im Zustand LS-COLD kurzzeitig auftretende Fehler zu einem Alarm in der Zentralsteuerung des Netzwerks führen.

15 Wird die Übertragungskapazität des Prüfsignalkanals hinreichend groß gewählt, z.B. zwei MBit/s, so können neben den hier beschriebenen Prüfsignalen auch andere Daten zur Steuerung und zur Überwachung unabhängig von den Prüfsignalen selbst übertragen werden.

20 Für das erfindungsgemäße Prüfsignalkonzept ist es nicht von Bedeutung, wieviele Wellenlängen beispielsweise im Wellenlängen-Multiplex gleichzeitig über eine Faser übertragen werden, da jedem Wellenlängenkanal ein eigenes Prüfsignal zugeordnet wird. Jede Wellenlänge ist somit mit einem eigenen Ersatz-Lei-
25 tungsweg schützbar.

Die dargestellten Schutzmaßnahmen werden erfindungsgemäß lokal, beispielsweise durch die Koppelknotenrechner, gesteuert, so daß die zentrale Steuerung des Netzwerks und der Operator
30 nicht an akuten Umschaltmaßnahmen beteiligt sind.

Ansprüche

1. Verfahren zur Übertragung von optischen Nutzsignalen in einer optischen Übertragungseinrichtung mit optischen Leitungswegen mit folgenden Merkmalen:

- 5 - Mittels Signalquellen (Tx) und Signalsenken (Rx) werden die optischen Nutzsignale in die Leitungswege eingekoppelt bzw. aus ihnen ausgekoppelt;
- 10 - wenigstens ein Teil der optischen Leitungswege werden als Regel-Leitungswege mit Koppelknoten (OCC) ausgebildet, über die eine Umschaltung auf einen Ersatz-Leitungsweg vorgenommen werden kann, wenn ein Regel-Leitungsweg gestört ist;
- 15 - neben den optischen Nutzsignalen werden abschnittsweise Prüfsignale bidirektional übertragen, deren Auswertung zur Umschaltung zwischen Leitungswegen benutzt wird;
- 20 - es sind wenigstens zwei Arten (LS-HOT, LS-COLD) von Prüfsignalen übertragbar, von denen eine erste Art (LS-HOT) als Indikator für einen intakten Leitungsweg und eine zweite Art (LS-COLD) als Indikator für einen gestörten Leitungsweg verwendet wird und

- eine etwaige Umschaltung auf einen Ersatz-Leitungsweg wird nur vorgenommen, wenn vor der Detektion einer Störung ein Prüfsignal der ersten Art (LS-HOT) auf dem Regel-Leitungsweg übertragen worden war.

5

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Umschaltung dezentral an den betroffenen Koppelknoten (OCC) vorgenommen wird.

10

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem an den Enden jedes Leitungsabschnitts ein Prüfsignalknoten (LSX) vorgesehen wird, durch den Prüfsignale empfangen und neue Prüfsignale gebildet und ausgesandt werden oder Prüfsignale lediglich weitergeleitet werden.

15

4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem die Prüfsignalknoten (LSX) im wesentlichen gleich aufgebaut und durch Software als Durchgangsknoten (LSCP), Einsetzknoten (LSTP) oder Endknoten (LSIP) konfiguriert werden.

20

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem aus mehreren, aneinander anschließenden Leitungswegen ein optischer Pfad zwischen zwei Signalquellen bzw. -senken (TxRx) gebildet wird und bei einer erkannten Störung auf einem Leitungsweg auf allen anderen Leitungswegen des optischen Pfades ein Prüfsignal der zweiten Art (LS-COLD) übermittelt wird.

25

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem in allen Prüfsignalknoten (LSX) auszusendende Prüfsignale in Abhängigkeit von empfangenen Prüfsignalen gebildet werden.

30

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem in den Prüfsignalknoten (LSX) Prüfsignale einer dritten Art (LOLS) gebildet und ausgesandt werden, wenn an dem Prüf-

35

signalknoten (LSX) überhaupt kein Prüfsignal empfangen wird.

5 8. Verfahren nach Anspruch 7, bei dem eine Umschaltung auf einen Ersatz-Leitungsweg des Regel-Leitungsweges nur bei einem Übergang von dem Prüfsignal der ersten Art (LS-HOT) zum Prüfsignal der dritten Art (LOLS) vorgenommen wird.

10 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Aussendung von Prüfsignalen durch die Prüfsignalknoten (LSX) mit einer übergeordneten Steuerung beeinflussbar ist.

15 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9, bei dem die Konfiguration der Prüfsignalknoten (LSX) über die übergeordnete Steuerung vorgenommen wird.

20 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem eine Information (EmpfO, EmpfW) über die empfangenen Prüfsignale von den Prüfsignalknoten (LSX) an die übergeordnete Steuerung abgegeben wird.

25 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem als übergeordnete Steuerungen der dem Prüfsignalknoten (LSX) benachbarte Koppelknoten (OCC) verwendet werden.

30 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei dem die Übertragung der optischen Nutzsignale bidirektional erfolgt.

35 14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem für die Übertragung der optischen Nutzsignale in den beiden Übertragungsrichtungen (O, E) separate optische Leitungsfasern verwendet werden.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, bei dem die Prüfsignale in den beiden Übertragungsrichtungen (O, E) zu-

sammen mit den in der betreffenden Richtung übertragenen Nutzsignalen erfolgen.

5 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, bei dem auf jedem Leitungsweg in jede Richtung (O, E) eine Mehrzahl von Nutzsignalen im Multiplex-Verfahren übermittelt werden und jedem übertragenen Nutzsignal ein eigenes Prüfungssignal zugeordnet ist.

10 17. Optisches Leitungsnetzwerk mit folgenden Merkmalen:

- Zwischen optischen Signalquellen/-senken (TxRx) sind optische Pfade angeordnet;
- 15 - die optischen Pfade bestehen aus aneinander anschließenden Leitungswegen;
- die Leitungswege sind über Koppelknoten (OCC) miteinander verbunden;
- 20 - einige der Leitungswege sind als Regel-Leitungswege durch Umschaltung von Koppelknoten (OCC) auf Ersatz-Leitungswege überbrückbar;
- 25 - alle Leitungswege und ggf. als Teil der Leitungswege bestehende Leitungsabschnitte sind jeweils durch Prüfungsknoten (LSX) begrenzt;
- die Prüfungsknoten (LSX) weisen in beiden Lei-
30 tungsrichtungen (O, E) Prüfungsempfänger (EO, EW) und Prüfungssender (SO, SW) auf;
- die Prüfungsknoten (LSX) sind mit einem Prüfungssignalgenerator und einer Steuerung des Prüfungssignal-
35 generators zur Erzeugung wenigstens zweier verschiedener Arten (LS-HOT, LS-COLD) von Prüfungssignalen in

Abhängigkeit von dem durch die Prüfsignalempfänger (EO, EW) empfangenen Prüfsignale versehen;

- eine Steuerung für die Koppelknoten (OCC) ist zur Umschaltung auf einen Ersatz-Leitungsweg nur dann eingerichtet, wenn eine Störung eines Regel-Leitungswegs im Anschluß an eine bestimmte Art (LS-HOT) des Prüfsignals detektierbar ist.

18. Optisches Leitungsnetzwerk nach Anspruch 17, in dem die Steuerung Teil eines zugehörigen Koppelknotens (OCC) ist.

19. Optisches Leitungsnetzwerk nach Anspruch 17 oder 18, in dem die Prüfsignalknoten (LSX) im wesentlichen gleich aufgebaut und durch eine übergeordnete Steuerung als Durchgangsknoten (LSCP), Einsatzknoten (LSTP) oder Endknoten (LSIP) konfigurierbar sind.

20. Optisches Leitungsnetzwerk nach einem der Ansprüche 17 bis 19, in dem die Prüfsignalknoten (LSX) Signalverbindungen zu einer übergeordneten Steuerung aufweisen.

21. Optisches Leitungsnetzwerk nach Anspruch 20, in dem die Prüfsignalgeneratoren der Prüfsignalknoten (LSX) über die Signalverbindung durch die übergeordnete Steuerung steuerbar sind.

22. Optisches Leitungsnetzwerk nach einem der Ansprüche 17 bis 21, in dem der Prüfsignalgenerator des Prüfsignalknotens (LSX) zur Erzeugung von wenigstens einer dritten Art (LOLS) eines Prüfsignals eingerichtet ist.

23. Optisches Leitungsnetzwerk nach Anspruch 22, in dem die Steuerung des Prüfsignalknotens (LSX) zur Erzeugung und Aussendung des Prüfsignals der dritten Art (LOLS) für den Fall eingerichtet ist, daß eine Störung eines an dem

Prüfsignalknoten (LSX) endenden Leitungsabschnitts detektierbar ist.

24. Optisches Leitungsnetzwerk nach einem der Ansprüche 17
5 bis 23, in dem die Prüfsignalempfänger (EO, EW) der Prüf-
signalknoten (LSX) mit einem Prüfsignalpegeldetektor aus-
gestattet sind, der ein Unterschreiten eines Pegels des
Prüfsignals als eine Störung detektiert und ein Störungs-
kennsignal generiert.

10 25. Optisches Leitungsnetzwerk nach Anspruch 24 mit einer
Alarmgabeeinrichtung, die durch das Störungskennsignal
auslösbar ist.

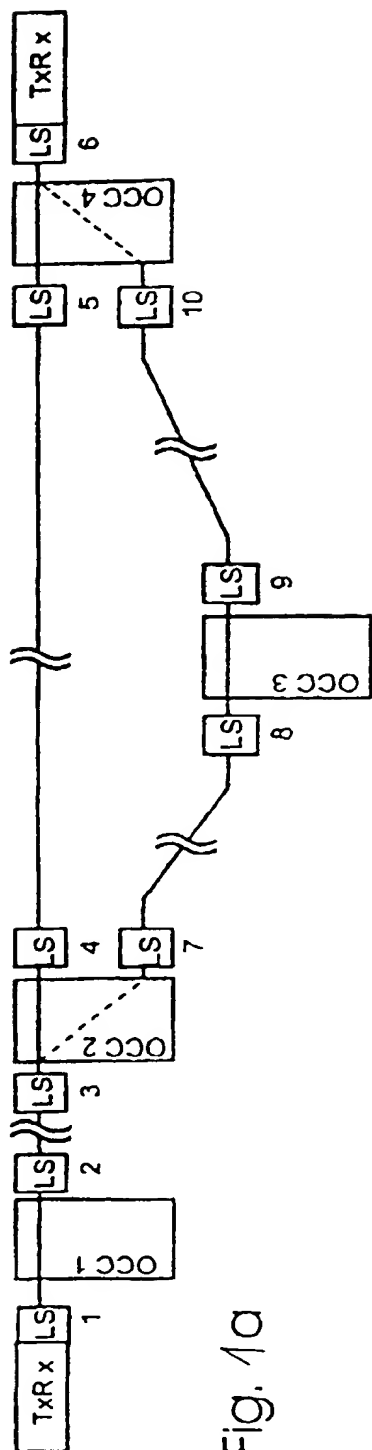


Fig. 1a

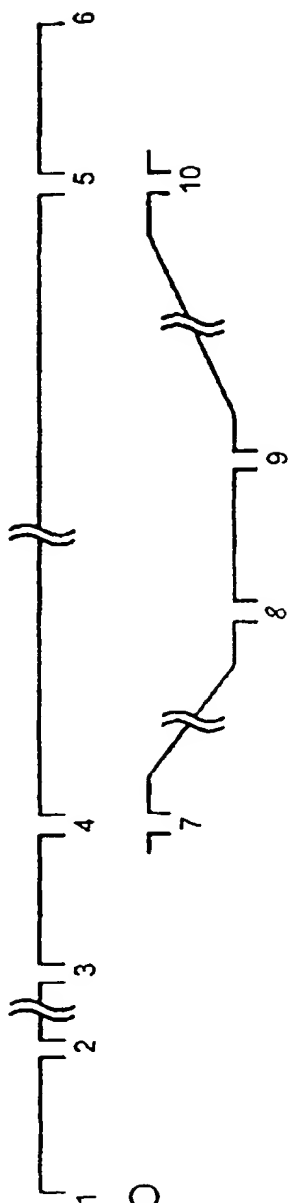


Fig. 1b

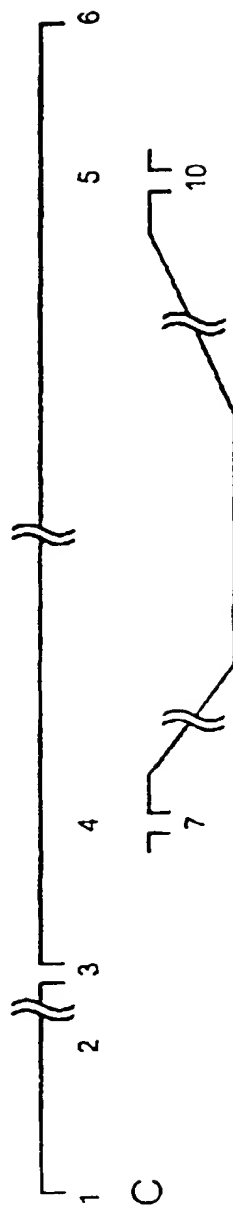


Fig. 1c

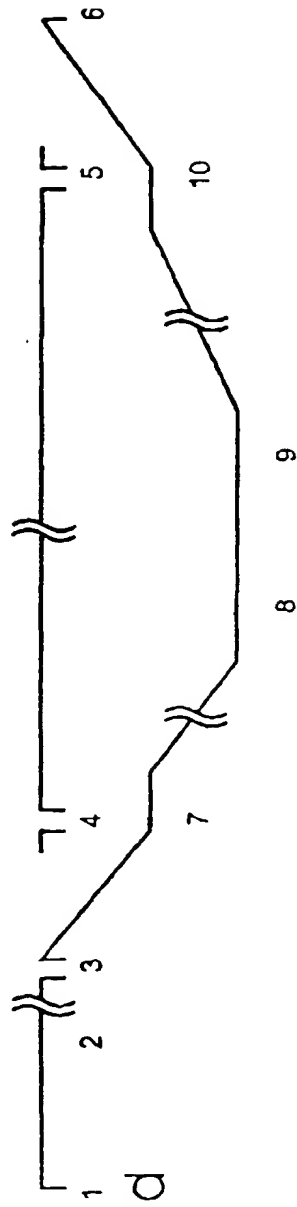


Fig. 1d

THIS PAGE BLANK (USPTO)

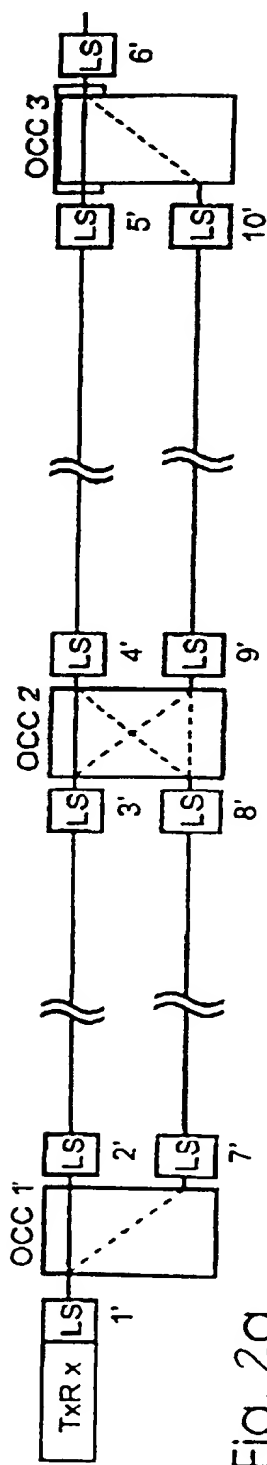


Fig. 2a

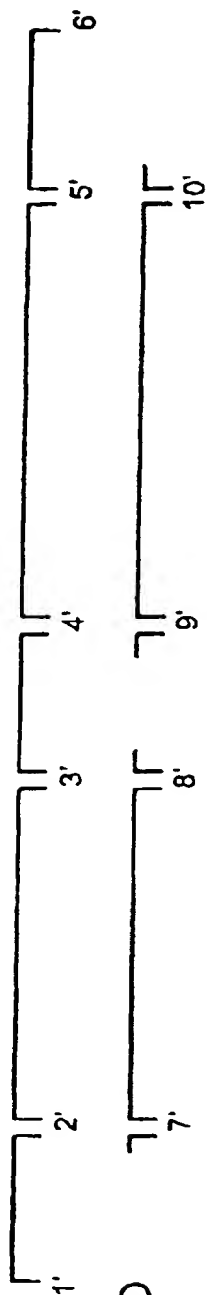


Fig. 2b

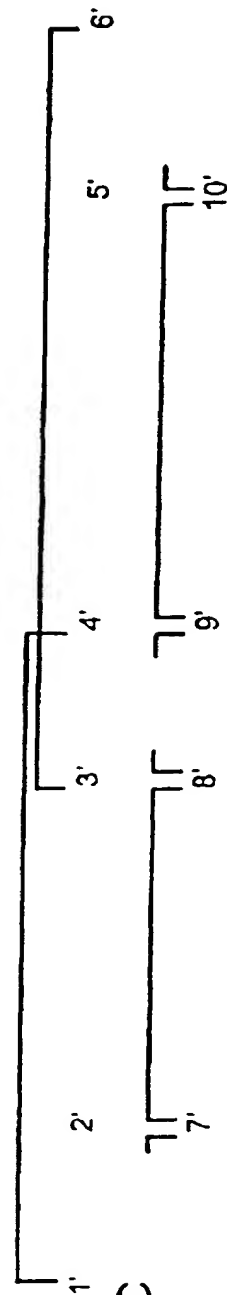


Fig. 2c

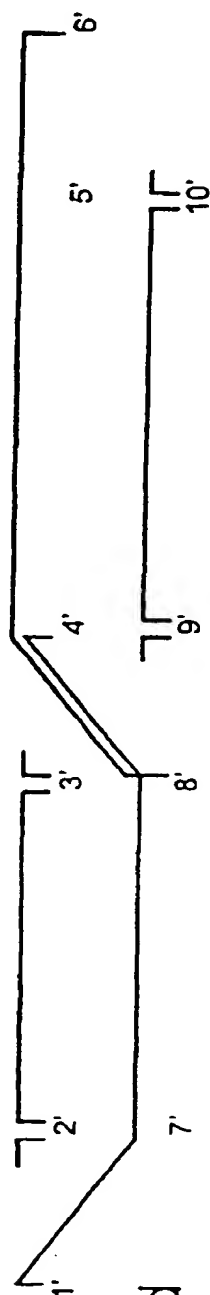
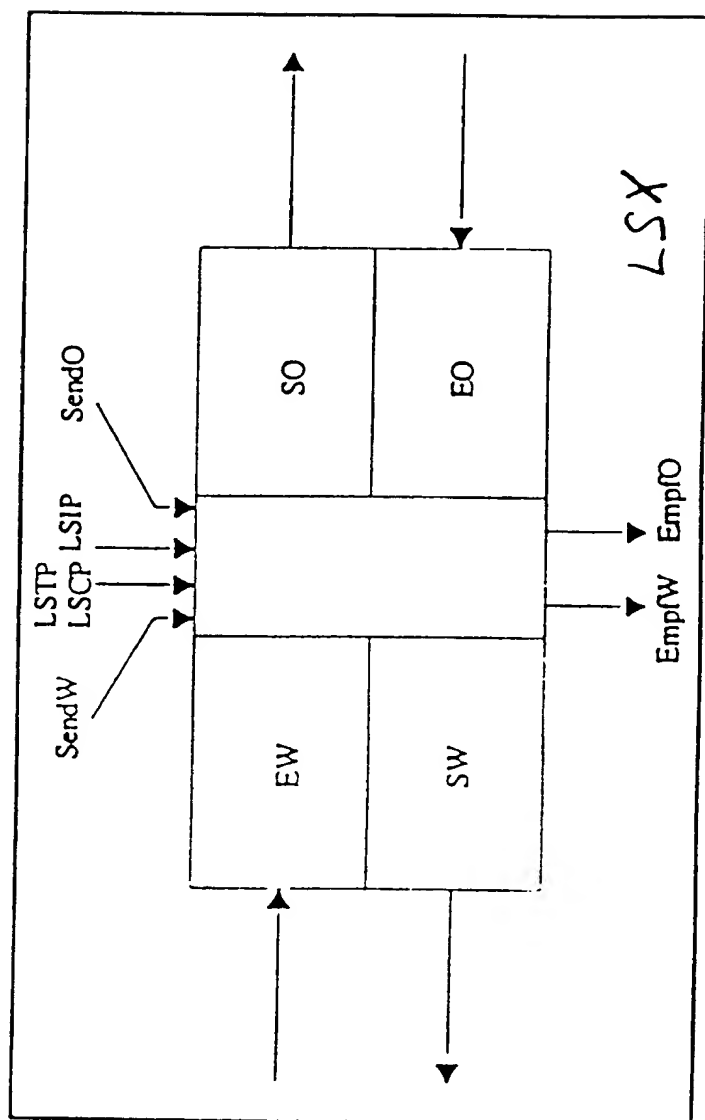


Fig. 2d

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

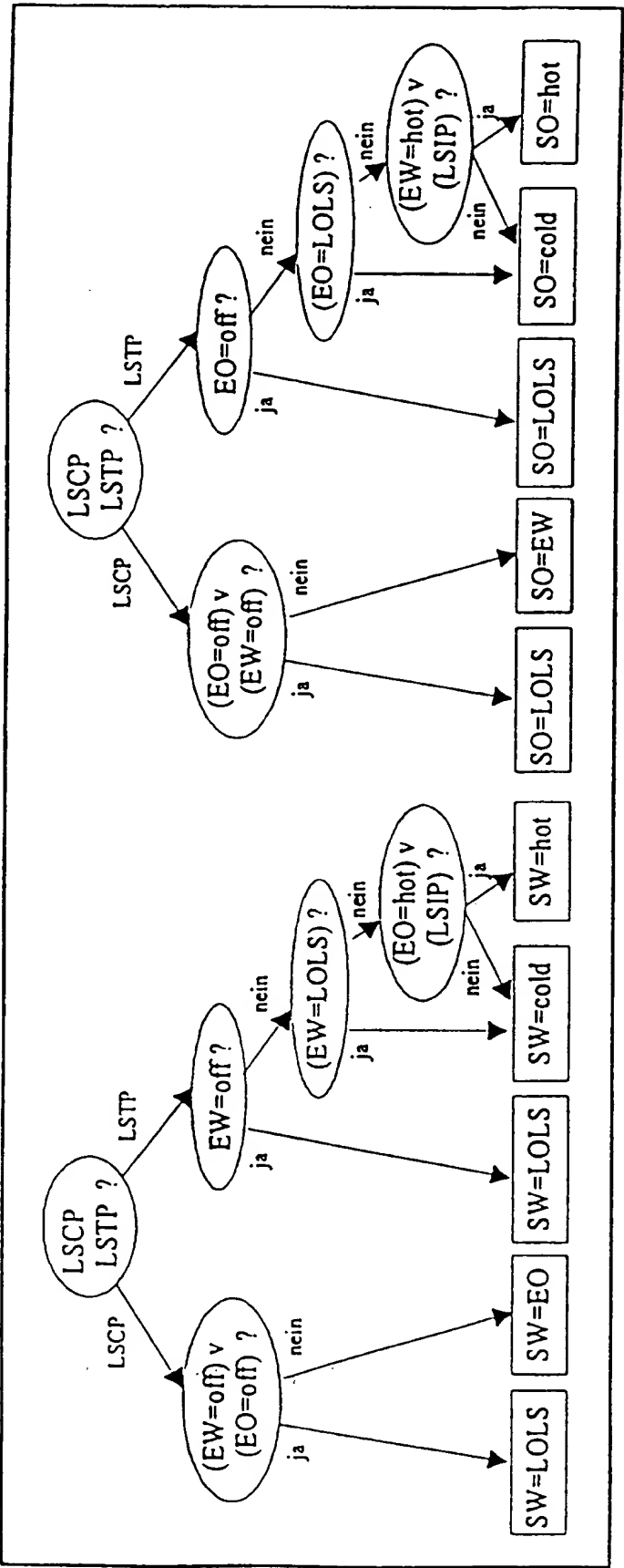


Fig. 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 98/02885

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H04B10/00 H04B10/08 H04B10/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 721 275 A (NIPPON ELECTRIC CO) 10 July 1996 see abstract see column 5, line 21 - line 56 see figure 1 ---	1-3, 13-15, 17, 18, 24
Y	WO 97 24822 A (MCI COMMUNICATIONS CORP) 10 July 1997 see abstract see page 3, line 9 - line 20 see page 7, line 2 - line 4 see page 10, line 24 - page 11, line 3 see page 11, line 9 - line 22 see page 12, line 3 - line 14 see figure 1 --- -/--	1-3, 13-15, 17, 18, 24

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 February 1999

Date of mailing of the international search report

17/02/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ribbe, A

INTERNATION EARCH REPORT

ional Application No

PCT/DE 98/02885

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>BISCHOFF M ET AL: "OPERATION AND MAINTENANCE FOR AN ALL-OPTICAL TRANSPORT NETWORK"</p> <p>IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, vol. 34, no. 11, November 1996, pages 136-142, XP000636137</p> <p>see page 138, right-hand column</p> <p>see page 139, left-hand column</p> <p>see figures 4,7</p> <p>---</p>	1,17
A	<p>WO 97 09803 A (NORTHERN TELECOM LTD)</p> <p>13 March 1997</p> <p>see abstract</p> <p>see page 2, line 20 - page 3, line 27</p> <p>-----</p>	1,17

INTERNATIONAL RCH REPORT

Information on patent family members

Int. Application No

PCT/DE 98/02885

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0721275	A	10-07-1996	JP 8186559 A	16-07-1996
			AU 692331 B	04-06-1998
			AU 4073895 A	04-07-1996
			CA 2166259 A	29-06-1996
			US 5663820 A	02-09-1997
<hr/>				
WO 9724822	A	10-07-1997	NONE	
<hr/>				
WO 9709803	A	13-03-1997	EP 0848873 A	24-06-1998
			JP 10511250 T	27-10-1998
<hr/>				

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

In nationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/02885

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 6 H04B10/00 H04B10/08 H04B10/24		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 6 H04B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 721 275 A (NIPPON ELECTRIC CO) 10. Juli 1996 siehe Zusammenfassung siehe Spalte 5, Zeile 21 - Zeile 56 siehe Abbildung 1 ---	1-3, 13-15, 17, 18, 24
Y	WO 97 24822 A (MCI COMMUNICATIONS CORP) 10. Juli 1997 siehe Zusammenfassung siehe Seite 3, Zeile 9 - Zeile 20 siehe Seite 7, Zeile 2 - Zeile 4 siehe Seite 10, Zeile 24 - Seite 11, Zeile 3 siehe Seite 11, Zeile 9 - Zeile 22 siehe Seite 12, Zeile 3 - Zeile 14 siehe Abbildung 1 ---	1-3, 13-15, 17, 18, 24
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 10. Februar 1999		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 17/02/1999
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Ribbe, A

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>BISCHOFF M ET AL: "OPERATION AND MAINTENANCE FOR AN ALL-OPTICAL TRANSPORT NETWORK"</p> <p>IEEE COMMUNICATIONS MAGAZINE, Bd. 34, Nr. 11, November 1996, Seiten 136-142, XP000636137 siehe Seite 138, rechte Spalte siehe Seite 139, linke Spalte siehe Abbildungen 4,7</p> <p>---</p>	1,17
A	<p>WO 97 09803 A (NORTHERN TELECOM LTD) 13. März 1997 siehe Zusammenfassung siehe Seite 2, Zeile 20 - Seite 3, Zeile 27</p> <p>-----</p>	1,17

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/02885

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0721275 A	10-07-1996	JP 8186559 A	16-07-1996
		AU 692331 B	04-06-1998
		AU 4073895 A	04-07-1996
		CA 2166259 A	29-06-1996
		US 5663820 A	02-09-1997
WO 9724822 A	10-07-1997	KEINE	
WO 9709803 A	13-03-1997	EP 0848873 A	24-06-1998
		JP 10511250 T	27-10-1998

THIS PAGE BLANK (USPTO)